A INFLUÊNCIA DA DENSIFICAÇÃO NO COMPORTAMENTO MICROCLIMÁTICO URBANO: ESTUDO DE CASO EM CIDADE DE CLIMA SEMIÁRIDO[1]

BARBOSA, R.V.R., Universidade Federal de Alagoas, e-mail: rvictor@arapiraca.ufal.br; SILVA, I.A.G., Universidade Federal de Alagoas, e-mail: isadoraalvesgouveiasilva@gmail.com; ZACARIAS, V.S., Universidade Federal de Alagoas, e-mail: viniciuszacarias.vs@gmail.com

ABSTRACT

The displacement of workers from the rural to the urban center - associated with the then known Industrial Revolution - shows itself as the primordium of a phase of expansion of the city. In this growth, occurring fast and disorderly growth, urban spaces were built based on the needs of their users - initially linked to the housing issue - without adequate planning, an issue that would contribute to the emergence of innumerable problems, not guaranteeing the well-being of users. The configuration of the centers as well as the materials adopted in the buildings are relevant points, in certain cases justifying the urban problems - of which the emergence of microclimates stands out. The present work aims, therefore, to understand how the expansion affects the climatic variables in the semiarid. Being Arapiraca, Alagoan municipality, reference of the research, presents as study focus the buildings of the North University of Pará (Unopar) and the CCAA Language School. The work is based on field research and bibliographical research, making it possible to infer that the differences in materials adopted in both buildings led to a significant variation in both temperature and relative humidity.

Keywords: *Urban configuration. Islands of Heat. Verticalization.*

1 INTRODUÇÃO

O deslocamento de trabalhadores do meio rural para o urbano – como consequência de um processo de desenvolvimento econômico ascendente, contextualizando a Revolução Industrial –, mostra-se como primórdio de uma fase de expansão da cidade. Historicamente, verifica-se que esse crescimento não fora planejado, ocorrendo de forma rápida e desorganizada. Segue-se que inúmeras implicações vieram a ocorrer, das quais o perceptível aumento de temperatura, a redução da proporção de áreas verdes e o surgimento de microclimas urbanos (sendo o fenômeno ilha de calor urbana (ICU) uma expressão) se destacam (PINHEIRO *at.al*., 2017).

Analisando os centros urbanos, constata-se que o processo de expansão ocorre, essencialmente, de duas formas: verticalização e espraiamento. Os mesmos permanecem evidentes em cidades cujo desenvolvimento é acentuado, como em Maceió. Nesses centros, alterações das variáveis ambientais – com temperatura do ar e umidade do espaço se destacando –

[1] BARBOSA, R.V.R.; SILVA, I.A.G.; ZACARIAS, V.S. A Influência da densificação no comportamento microclimático urbano: estudo de caso em cidade de clima semiárido. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

são mais perceptíveis. Neto *et.al.* (2017) destaca como causa para a problemática, o uso de materiais inadequados ao clima regional sendo que, aliado a ausente arborização e a densa ocupação dos centros, tornam os espaços propensos ao armazenamento acelerado de energia térmica, levando-se mais tempo para reemitir o calor.

Em ambientes densificados – espaços nos quais se evidencia o acúmulo de edifícios (KRAFTA, 2017) –, a proporção altura/espaçamento entre edificações auxilia na compreensão das consequências do mal planejamento urbano. Associada ao Fator de Visão do Céu (relação geométrica entre o céu e a terra, aferindo a área visível da abobada celeste – FVC), a relação demonstra que, quanto mais verticalizado o espaço, menor é a região e maior o tempo para a dispersão da energia térmica acumulada nas construções, o que acarreta no surgimento da ICU. Tal fenômeno se relaciona a alterações na circulação dos ventos no meio urbano (SOUZA et.al., 2017), como consequência, a temperatura observada não será reduzida, contribuindo para a manutenção das ilhas de calor.

Miranda *et.al.* (2017) demonstra o fenômeno ICU como uma das consequências da expansão urbana acelerada, a partir da qual outras decorrem. A exemplo do aquecimento do ar, percebe-se que o mesmo se relaciona ao consumo de energia, vista a necessidade de refrigeração artificial. Ademais, o reduzido espaçamento entre as edificações resulta em ambientes pouco iluminados, ocasionando o uso de iluminação artificial. O adensamento urbano contribui também para o surgimento de ambientes acusticamente desconfortáveis, interferindo na qualidade de vida dos usuários (CORREIA *at.al*., 2016). Essas considerações ratificam a importante do planejamento em todas as fases da construção.

Tais consequências possibilitam compreender se os parâmetros urbanísticos de um local são adequados, sendo necessário conciliar a característica projetual ao clima de uma região (RIBEIRO, 2016). Ao levar tal questão para Arapiraca, com processo de expansão vertical em seus momentos iniciais, percebemos o município como objeto de estudos ideal à compreensão dos parâmetros construtivos empregados. Tais parâmetros devem considerar as condições climáticas do local, contribuindo para que as construções circunvizinhas não sejam afetadas, o que não ocorrem no município alagoano então comentado.

O presente trabalho assume como objetivo, portanto, o de compreender o modo segundo o qual a expansão urbana – sob a ótica da verticalização – contribui para a ocorrência de variações climáticas no semiárido. Embora seja um estudo de caso, sendo o já mencionado município de Arapiraca objeto da pesquisa, a averiguação se justificaria pela contribuição na compreensão do papel do planejador urbano, auxiliando no entendimento da importância dos parâmetros urbanísticos empregados na construção civil.

2 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

Com área equivalente a 345,655 km² (IBGE, 2016), tratando-se de um

município relevante para o contexto local, Arapiraca destaca-se pela importância comercial para o Agreste. Situando-se na mesorregião alagoana (figura 1), classificada como pertencente a zona bioclimática 8 (ABNT, 2003), o município se caracteriza pelo clima quente, composto por duas estações de destaque, descritas por SILVA *et.al.* (2016) como úmida – com altas temperaturas do ar, umidade relativa elevada e pequena variação na amplitude térmica – e seca – temperaturas altas, baixa umidade do ar e menor amplitude térmica.

Figura 1 – Arapiraca: localização



Fonte: XAVIER (*et.al.*, 2005)

3 METODOLOGIA

É reduzida a quantidade de edifícios verticalizados em Arapiraca, ainda assim, tal processo de expansão se revela como sendo contínuo. Para entender essa crescimento urbano, assim como o modo com que o mesmo influencia o entorno, a pesquisa se desenvolveu em cinco etapas, compreendendo: (a) escolha das unidades amostrais; (b) seleção dos pontos de medição; (c) instalação dos sensores; (d) obtenção dos dados e (e) análise dos resultados. Na determinação das amostras, assumiram importância critérios como material construtivo e presença de áreas verdes.

3.1 Caracterização dos objetos de estudo

O primeiro edifício, sede da Universidade Norte do Pará (Unopar) – figura 2.a –, possui fachada envidraçada, não sendo o ideal para o clima de Arapiraca, uma vez possibilitando a transferência de parte da insolação para o interior da edificação (PAGEL, 2017), além de contribuir para a reflexão de outra parcela da energia para o entorno (MARKOWSKI, 2017). O segundo edifício, polo da Escola de Idiomas CCAA (figura 2.b), fora escolhido com o intuito de comparação com a primeira amostra, já que apresentam características distintas – podendo assim, atuarem como modelo para as edificações do município; conta com o uso de alvenaria de

vedação rebocada (na cor branca), além de aberturas com esquadrias de vidros – protegidas da insolação direta.

Figura 2 – Unidades amostrais



(a)

Fonte: Autores (2018)



(b)

Fonte: Google Maps (2018)

Os edifícios estão situados no mesmo bairro (figura 3), sendo selecionados por permanecerem sujeitos a condições de ventilação e insolação semelhantes, favorecendo a comparação entre os resultados coletados. Trata-se de um bairro pavimentado, de uso residencial e serviço, com reduzida vegetação viária.

Figura 3 – Pontos analisados – localização



Fonte: Adaptado de Google Maps (2018)

O prédio da Unopar, locado frente ao centro de reabilitação APAE (Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais), possui fachada frontal – na qual a pele de vidro fora posicionada –, exposta à incidência de insolação direta no período vespertino. O edifício apresenta 7 pavimentos, recuo frontal inferior a 2,00 m, lateral direito superior a 4,00 m – servindo como pátio para o Colégio Santa Afra, locado no mesmo loteamento – e os recuos lateral esquerdo e posterior inferiores a 1,00 m. O prédio conta com pouca intervenção paisagística, além de fachadas laterais revestidas em porcelanato.

O CCAA, por sua vez, apresenta dois pavimentos, cuja fachada frontal permanece sombreada no período vespertino. O edifício demonstra apenas recuos frontal (2,00 m) e lateral direito (3,00 m), com paisagismo recebendo

destaque. Considerando as características apontadas, percebe-se que, em virtude dos painéis envidraçados, os raios solares direcionados a fachada da Unopar são refletidos para as edificações circunvizinhas, aumentando a temperatura do ar local – raciocínio esse sendo válido para as laterais, que contam com um revestimento reflexível. Algo semelhante é constatado no CCAA: o uso de cores claras nas fachadas contribuam para a reflexão da insolação (SILVA, 2017). Todavia, a presença da área verde favorece a redução da temperatura.

3.2 Descrição dos procedimentos

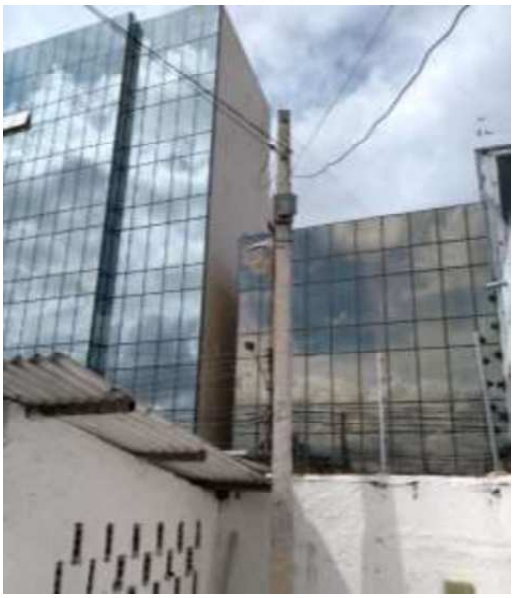
Para averiguar a afirmação supracitada, foram dispostos dois *dataloggers* (modelo U3 PRO V2 – figura 4 (a)) – protegidos das intempéries por abrigos meteorológicos RS1 (figura 4(b)) – para monitoramento das unidades amostrais. Tais equipamentos foram posicionados a uma altura superior a 2,00 m (figura 5), coletando informações referentes a temperatura do ar e umidade relativa do ar, em intervalos de 1 hora, durante 17 dias (instalados em 9 de março de 2018, iniciaram a coleta de dados na primeira hora do dia seguinte, finalizando o monitoramento no dia 26 do mesmo mês e ano). Para verificar a proporção de área aberta entre os edifícios, na qual a troca de energia térmica se efetiva, o parâmetro FVC fora empregado, possibilitando compreender a importância da organização espacial urbana. Em sua aferição, fora necessária a utilização de uma câmera com lente olho de peixe – posicionada nas proximidades dos *dataloggers* – e do programa RayMan.

Figura 4 – Equipamento de monitoramento



Fonte: Sigma Sensors (2018)

Figura 5 – *Datalogger* (UNOPAR)



Fonte: Autores (2018)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Mediante análise dos dados coletados, algumas considerações podem ser feitas. Quanto à temperatura do ar, percebe-se que os maiores valores foram registradas no prédio da APAE, conforme aponta o gráfico 1. Esse mesmo gráfico apresenta informações comparativas entre os dois *dataloggers* utilizados – considerando o eixo horizontal, passando pela origem correspondente a 0, todos os dados imediatamente acima (positivos), referem-se a APAE, ao passo que os negativos se vinculam ao CCAA.

Gráfico 1 – Temperatura do ar: Comparação APAE/CCAA



Fonte: Autores (2018)

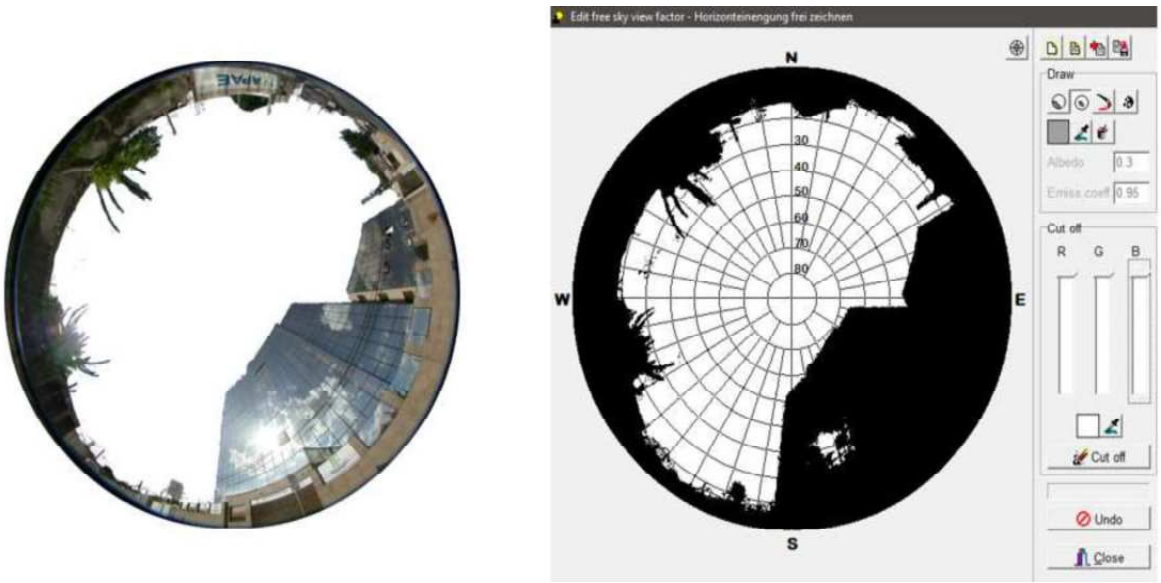
Comparando-se os dois pontos analisados, constata-se que os dados

aferidos no dia 12 de março de 2018, às 11:00 horas, pelo equipamento de monitoramento instalado na APAE, atestam uma temperatura equivalente a 34,20 °C. O *datalogger* instalado no CCAA, por sua vez, registrou a temperatura de 32,77 °C – diferença de 1,4 ◦C. Esses microclimas evidenciam que, mesmo na presença de um único edifício, a influência nas variáveis do conforto ambiental será significativa. Como observado, tal resultado justifica-se pela reflexão dos raios solares emitidos na pele de vidro da fachada da Unopar, o que faz com que o prédio da APAE receba ondas longas, além de insolação direta.

Permanecem em destaque, portanto, as consequências da ausência de planejamento – seja na escolha de materiais, ou mesmo na disposição destes. Quanto ao que concerne ao CCAA, os dados monitorados chamam atenção por demonstrarem como os materiais contribuem para a diferença citada. Diferentemente do observa na Unopar, é menor a taxa de reflexão da insolação incidente na escola de idiomas. Ademais, observamos uma preocupação paisagística no espaço de sua implantação, contribuindo para a diminuição da temperatura do ar e da umidade do local, visto o processo de evapotranspiração realizado pela vegetação (MASCARELLO, 2017).

Quanto ao que concerne ao Fator de Céu Visível, os resultados obtidos pelo RayMan demonstram que, na Instituição de Ensino superior citada, o valor referente ao FVC equivale a 0.517, o que sugere um ambiente com espaço mais obstruído (figura 6).

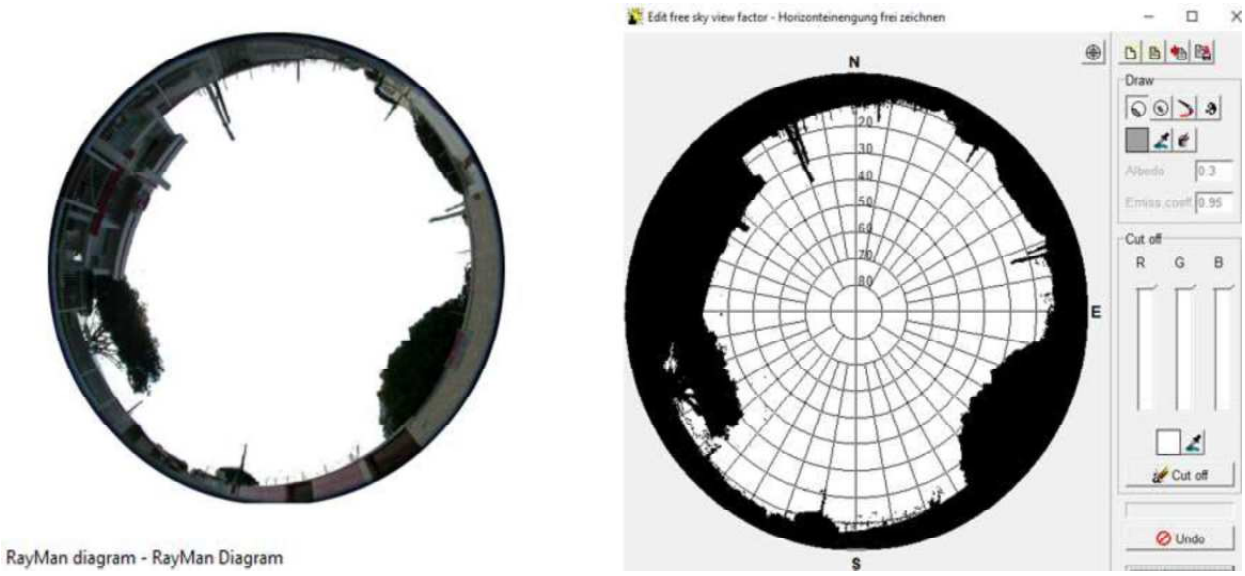
Figura 6 – FVC: Unopar



Fonte: Autores (2018)

No CCAA, o mesmo parâmetro tornou-se equivalente a 0.663 (figura 7), atestando uma menor obstrução. Logo, percebe-se que o espaço reservado à troca de energia térmica é maior o que, para a situação analisada, demonstra um menor tempo, por parte dos materiais utilizados no CCAA, para dispersarem a energia absorvida para o ambiente, influenciando na diferença da temperatura.

Figura 7 – FVC: CCAA



Fonte: Autores (2018)

5 CONCLUSÃO

Os centros urbanos revelam-se como complexos e, como tal, inúmeras característica devem ser consideradas em sua definição. Dentro dessa perspectiva, o planejamento é indiscutivelmente necessário, sem a qual o crescimento caótica se estabelecerá. Como visto anteriormente, tal questão é observada nos centros urbanos desenvolvidos, sendo fenômenos como a ICU principal consequência – em Arapiraca tal afirmação fora perceptível, sendo que a escolha de materiais inadequados ao clima motivou a diferença de temperatura de ar observada. Infere-se, portanto, que a construção deve permanecer associado ao planejamento – esse último sendo o resultado final da análise do local e dos meios construtivos que a ele se adequam.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/normalizacao/Termica_parte3_SET2004.pdf>. Acesso em: 25 Jun. 2018.

CORREIA, L. A.; CURADO, F. C.; MACIEL, C. A.; PIRES, J. L. G. Mapa de Ruídos como Instrumento de Planejamento Urbano Estratégico: Estudo de Caso no Setor Bueno, Goiânia-GO. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 7., 2016, Maceió. **Anais Eletrônicos**... Maceió, 2016. Disponível em: < http://www.fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%204%20-%20Planejamento%20Regional%20e%20Urbano/Paper920.pdf>. Acesso em: 25 Jun. 2018.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Arapiraca: Informações completas**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/arapiraca/panorama>. Acesso em: 25 Jun. 2018.

MARKOWSKI, R. J. L.; PIOVESAN, T. R.; JESUS, B. M.; WISNESKI, C. P.; JESUS, F. S. **Influência dos Vidros no Desconforto Térmico**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 25., 2017, Rio Grande do Sul.

MASCARELLO, A. V. S.; BARBOSA, L.; ASSIS, E. S. Efeito da Vegetação Viária no Conforto Térmico Urbano. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 14.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 10, 2017, Balneário Camboriu. **Anais Eletrônicos**... Balneário Camboriu, 2017.

MIRANDA, Y. C.; NETO, F. F. M.; BORTOLI, M. M. Sensoriamento Remoto Aplicado à Detecção de Ilhas de Calor Urbanas: uma Revisão Sistemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE CIDADES, 5.; SEMANA DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVAG, 3., 2017, Mato do Grosso do Sul.

NETO, A. T.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de Calor Urbana e Desconforto Térmico: uma Analise Episódica em Cuiabá/MT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17.; CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2017, São Paulo.

PAGEL, É. C.; ALVAREZ, C. E.; MOÇA, I. F. F. Conforto Térmico em Varandas com suas Aberturas Fechadas em Vidro: um Estudo de Caso na Cidade de Vitória-ES. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 14.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 10, 2017, Balneário Camboriu. **Anais Eletrônicos**... Balneário Camboriu, 2017.

PINHEIRO, C. R.; SOUZA, D. D. A Importância da Vegetação nas Cidades e sua Influência no Microclima. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v.6, n.1, p.67-82, Abr./Set. 2017. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/4179>. Acesso em: 25 Jun. 2018.

RIBEIRO, P. V. S; BARBOSA, R. V. R. Análise da Influência do Fator de Visão de Céu (SVF) no Comportamento Microclimático de Áreas Urbanas Verticalizadas. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 7., 2016, Maceió. **Anais Eletrônicos**... Maceió, 2016. Disponível em: <http://www.fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%204%20-%20Planejamento%20Regional%20e%20Urbano/Paper1020.pdf>. Acesso em: 25 Jun. 2018.

SILVA, M. F.; RODRIGUES, E. R. S.; BARBOSA, R. V. R. Diretrizes Construtivas para Cidades em Clima Semiárido: Estudo de Caso em Arapiraca-Al. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais Eletrônicos**... São Paulo, 2016.

SILVA, A. L. Estratégias Passivas para Habitações na cidade de Manaus Visando o Conforto Térmico. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, v.1, n.13, Jul. 2017. Disponível em: < https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online-busca?autor=Alessandra+Linhares+da+Silva+&palavrasChave=Estrat%E9gias+Passivas.+Edifica%E7%F5es.+Habita%E7%F5es.+Conforto+T%E9rmico.+Bioclim%E1tico >. Acesso em: 25 Jun. 2018.

SILVA, E. L. B; KRAFTA, R. O Crescimento Urbano e os Processo de Densificação e Expansão. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 17, 2017, São Paulo. **Anais Eletrônicos**... São Paulo, 2017.

SOUZA, C. V. F.; RANGEL, R. H. O.; CATALDI, Marcio. Avaliação Numérica da Urbanização no Regime de Convecção e nos Padrões de Precipitação da Região Metropolitana de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n.4, 495-508, 2017. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v32n4/0102-7786-rbmet-32-04-0495.pdf>. Acesso em: 25 Jun. 2018.

XAVIER, R. A.; DOMELLAS, P. C. Análise do Comportamento das Chuvas no Municipio de Arapiraca, Região Agreste de Alagoas. **Revista Geografia (Londrina)**, UEL, v. 14, n.2, 2005. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6685>. Acesso em: 25 Jun. 2018.